



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV AUTOMATIZACE A MĚŘICÍ TECHNIKY

DEPARTMENT OF CONTROL AND INSTRUMENTATION

ŘÍZENÍ MODELU INTELIGENTNÍHO DOMU

CONTROL OF MODEL SMART HOUSE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Petr Běloušek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Radek Štohl, Ph.D.

BRNO 2017

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor **Automatizační a měřicí technika**

Ústav automatizace a měřicí techniky

Student: Petr Běloušek

ID: 158105

Ročník: 3

Akademický rok: 2016/17

NÁZEV TÉMATU:

Řízení modelu inteligentního domu

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Proveďte literární rešerši o řízení inteligentních rodinných domů.
2. Navrhněte a realizujte změny v instrumentaci modelu.
4. Vytvořte koncepci řízení modelu inteligentního domu.
5. Realizujte příslušné softwarové vybavení PLC a vizualizaci.
6. Ověřte funkčnost všech realizovaných systémů.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

CIKHART, J.: Měření a regulace ve vytápění. Praha. SNTL, 1984, ISBN 04-249-84.

SCHMIED, M.: Servomotor s elektronickou komutací, jeho řízení a nastavování. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2009. 86 s.

Dle vlastního literárního průzkumu a doporučení vedoucího práce.

Termín zadání: 6.2.2017

Termín odevzdání: 29.5.2017

Vedoucí práce: Ing. Radek Štohl, Ph.D.

Konzultant:

doc. Ing. Václav Jirsík, CSc.
předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

Abstrakt

Tato práce se zabývá řízením inteligentních domů. V další kapitole je seznámení s existujícím modelem inteligentního domu, PLC a vývojovým prostředím od B&R. Poslední kapitola je věnována návrhu vytápění s regulací teploty a ovládání žaluziového systému.

Klíčová slova

inteligentní dům, PLC, B&R, regulace vytápění, žaluziový systém

Abstract

This thesis deals with control of smart houses. The second chapter contains acquaintance with current model of smart house, PLC and programming environment from B&R company. The last chapter is devoted to projecting of heating control and shade system control.

Key words

smart home, PLC, B&R, heating control, shade system

Bibliografická citace:

BĚLOUŠEK, P. *Řízení modelu inteligentního domu*, Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2017. Počet stran 45. Vedoucí bakalářské práce Ing. Radek Štohl, Ph.D..

Prohlášení

„Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma Řízení modelu inteligentního domu jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně dne: 29.5.2017

.....
Podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Radku Štohlovi, Ph.D. za odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce.

V Brně dne: 29.5. 2017

.....
podpis autora

Obsah

1 Řízení inteligentních domů.....	10
1.1 Systémy inteligentních domácností.....	11
1.1.1 KNX (konnex).....	11
1.1.2 LON (Local operating network).....	12
1.1.3 LOXONE.....	12
1.2 Ovládací prvky.....	13
1.2.1 Ovládací panel.....	13
1.2.2 Dálková správa.....	14
2 B&R Automation.....	15
2.1 Hardware.....	15
2.1.1 BR 9300.....	15
2.1.2 DI 9371.....	16
2.1.3 DO 9322.....	16
2.1.4 AI 2632.....	17
2.1.5 AO 2632.....	18
2.1.6 AO 4632.....	18
2.1.7 SM 1426.....	19
2.1.8 Power Panel 481.....	20
2.2 Software.....	20
3 Současný model domu.....	22
3.1 Brána a garážová vrata.....	22
3.1.1 Motory.....	23
3.1.2 Program.....	24
3.2 Zavlažování trávníku.....	24
3.3 Osvětlení modelu.....	24
3.3.1 Veřejné osvětlení.....	25
3.3.2 Venkovní osvětlení.....	25
3.3.3 Vnitřní osvětlení.....	25
3.4 Vizualizace.....	25
4 Návržené změny na modelu.....	27

4.1 Změny v osvětlení.....	27
4.1.1 Realizace PWM signálu.....	27
4.1.2 Osvětlení před domem a uvnitř domu.....	27
4.2 Vytápění domu s regulací teploty.....	28
4.2.1 Realizace topného systému.....	28
4.2.2 Identifikace soustavy.....	31
4.2.3 Návrh regulátoru.....	33
4.2.4 Programování regulátoru.....	35
4.2.5 Změna napájecího zdroje.....	36
4.3 Žaluziový systém.....	36
4.3.1 Výběr pohonu.....	37
4.3.2 Způsob řízení.....	38
4.3.3 Zapojení.....	38
4.3.4 Program.....	39
4.4 Vizualizace.....	39
5 Závěr.....	41

Úvod

Ještě do nedávna byla automatizace procesů vnímána spíše v oblasti průmyslu, kde dochází k jejímu rychlému rozvoji. Postupem času se přesunula i do stavitelství, kde se tyto systémy začaly používat pro řízení velkých budov jako jsou hotely, obchodní domy, administrativní centra apod. V těchto budovách je nutné sledovat veškerá zařízení a případné alarmy, aby se předešlo nebo co nejdříve zamezilo značným škodám na majetku či lidském zdraví, které by v případě nehody mohly nastat.

V současnosti se tato problematika inteligentního řízení domácnosti dostala i do povědomí široké veřejnosti. Díky tomu a také díky stále levnějším a dostupnějším technologiím roste poptávka po těchto systémech a trh se na to snaží reagovat širokou nabídkou produktů, u kterých je možnost přizpůsobit systém na míru podle vlastních požadavků. Tento trend se tak stává čím dál častějším standardem při výstavbě nových domů.

Smyslem inteligentního řízení domácnosti není jen zvýšený komfort uživatelů, ale je to především efektivnější a úspornější využívání energií, které zaručuje návratnost zvýšených vstupních investic spojených s realizací těchto systémů.

Cílem této závěrečné práce je nastudování problematiky řízení inteligentních domů, seznámení se s již existujícím modelem, navrhnutí změn v instrumentaci a následně je realizovat.

1.1 Systémy inteligentních domácností

BMS (Building management systems) nabízí kompletní řešení pro byty, domy a jiné. V následující kapitole bude představen výběr nejen současně světově známých a používaných řešení, ale i méně známých uzavřených řešení zaměřujících se pouze na rodinné domy.

1.1.1 KNX (konnex)

Jedná se o decentralizovaný systém pro automatizaci budov. Asociace KNX byla založena v roce 2003 jako zastřešení tří evropských asociací zabývajících se inteligentními aplikacemi pro domy a budovy:

BCI (Francie) – systém Batibus

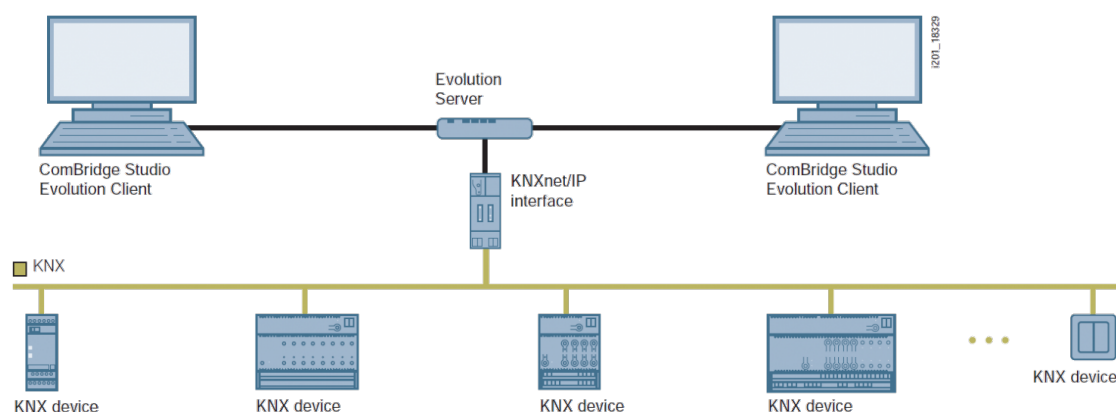
EIB Association (Belgie) – systém EIB

European Home Systems Association (Nizozemí) – systém EHS[3]

Díky tomu jsou přístroje KNX od všech výrobců na celém světě vzájemně kompatibilní. Lze je také nainstalovat do již existujících systémů.[4]

Architektura KNX umožňuje řízení malých i velkých aplikací. Všestrannost KNX nabízí uskutečnění nejrůznějších logických vazeb a kvalita přístrojů zaručuje bezporuchový chod po mnoho let. Přístroje jsou autonomní, tedy mají „inteligenci“ zabudovanou přímo v sobě a tím pádem nepotřebují řídicí počítač. Pokud dojde k poruše jednoho prvku, nezhroutí se celý systém. Při vnější poruše, jakou je například ztráta napájecího napětí, se po jeho zotavení přístroje samy nastaví do předdefinovaného stavu.[5]

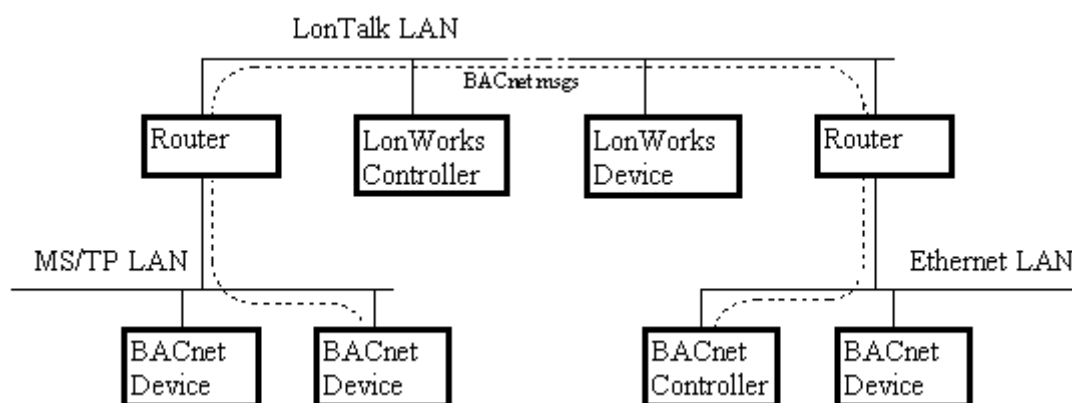
V současnosti s KNX pracují významné společnosti jako je například Siemens, Schneider Electric a ABB.



Obrázek 2: zapojení s KNX[6]

1.1.2 LON (Local operating network)

LON je decentralizovaný systém americké firmy Echelon, který vznikl ve spolupráci s firmami Toshiba a Motorola. Momentálně patří k úspěšným firmám v oblasti automatizace budov a průmyslu. Protokol pro komunikaci na sběrnici se nazývá LonTalk. Mezi jeho vlastnosti patří obrovská flexibilita v aplikačních vývojových možnostech [3]. Topologie sítě může být libovolná. V některých rysech se platforma podobá internetu. Sít' může být rozdělena na domény, ty mohou být dále rozděleny na podsítě, navíc uzly v doméně mohou také tvořit skupiny. Uzly obsahují tzv. *neuron-čipy*, ve kterých je implementováno spodních šest vrstev protokolu LonTalk (podle modelu ISO/OSI). Platforma obsahuje prioritní systém zasílání zpráv. Je zde také snaha o zaručení určitého standardu kompatibility, o který se stará uskupení LonMark International.[7]



Obrázek 3: příklad zapojení LonWorks[8]

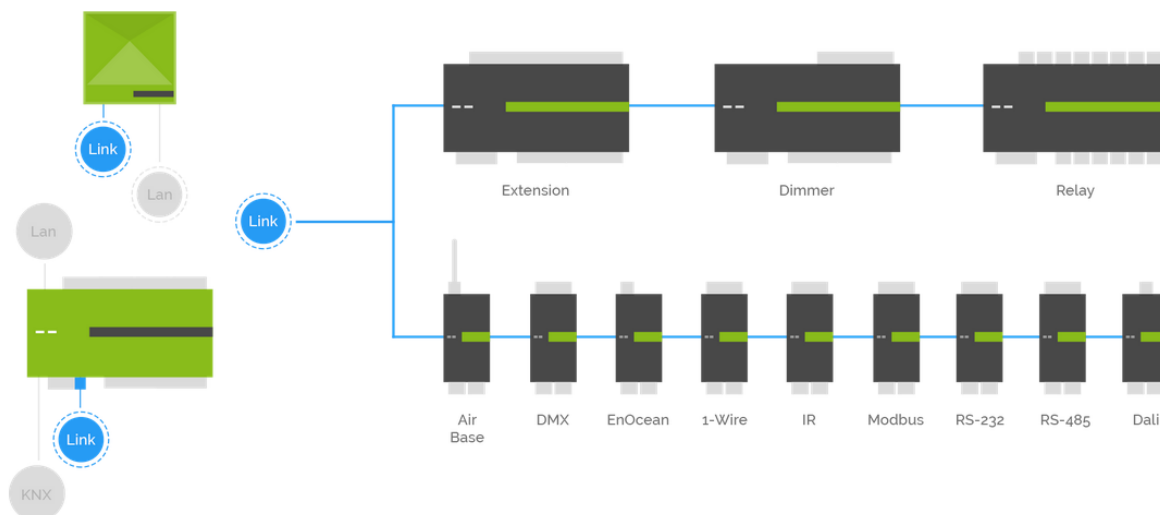
1.1.3 LOXONE

Jedná se o rakouskou firmu založenou roku 2008, která vyvinula vlastní operační systém upravený speciálně pro řízení inteligentních domů. Součástí je program Loxone App, který slouží ke komunikaci se systémem a k jeho ovládání. Druhým velmi silným nástrojem je Loxone Config, který v sobě zahrnuje kompletní funkční bloky a uživatel si tak sám může vytvořit požadované programy pro domácnost s téměř neomezenými možnostmi. Program je následně nahrán do Miniserveru, což je model řídicího systému od Loxone. Ten existuje ve dvou variantách:

- Miniserver – drátový systém pro novostavby (technologie Loxone Tree)
- Miniserver Go – bezdrátový systém vhodný při rekonstrukcích domova (technologie Loxone air)

Komunikaci po místní síti má Miniserver ve své DNA. Díky zabudovanému ethernetovému portu může ovládat kompatibilní zařízení v rámci LAN. Příkladem je třeba propojení s Loxone Music Server či Loxone Intercom.[20]

System má bohatý sortiment rozšiřujících modulů počínaje KNX, Modbus, RS485, Dali, 1-Wire, DMX a další viz obrázek.



Obrázek 4: zapojení systému Loxone [19]

1.2 Ovládací prvky

Tato zařízení slouží ke komunikaci mezi uživatelem a řídicím systémem. Pomocí něho může uživatel zadávat určité instrukce systému nebo naopak přijímat informace o stavu domu a případných servisních hlášení. Zároveň je kladen velký důraz na jednoduché a intuitivní ovládání, které může používat každý.

1.2.1 Ovládací panel

Dle požadavků zákazníka mohou být v různých provedeních, například nástěnné, přenosné či stolní. Na výběr je také možnost mezi tlačítkovým a dotykovým provedením. Sofistikovanější panely obsahují i reproduktory a mikrofon pro funkci intercomu.[9]

Zajímavou možností je také propojení více inteligentních systémů, díky čemuž lze prostřednictvím domácího ovládacího panelu řídit například vytápění na vzdálené chatě.



Obrázek 5: příklad ovládacího panelu[9]

1.2.2 Dálková správa

Další možností je spravování systému na dálku prostřednictvím internetu, kde můžeme komunikovat přes PC, chytré telefony nebo prostřednictvím GSM posílat zprávy.[9] Obzvláště pak s rozmachem chytrých telefonů se výrobci snaží adaptovat komunikační prostředí pro tyto platformy a zajistit tak ještě dostupnější ovládání na dálku.

2 B&R AUTOMATION

Jedná se o firmu založenou roku 1979 v rakouském Eggelsbergu. Na český trh se dostala v roce 1997 a momentálně má zde 7 poboček včetně hlavní, sídlící v Brně.

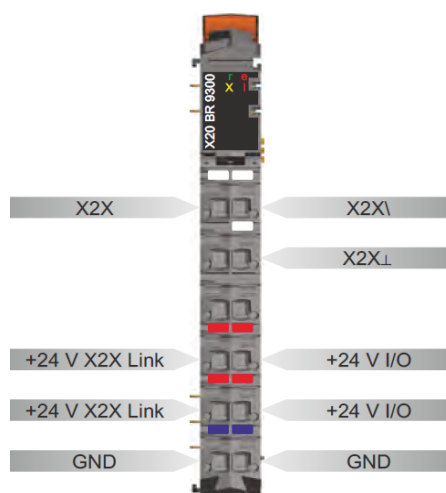
Jejich technické řešení se uplatňují především v textilním, potravinářském, obalovém, automobilovém a dopravním průmyslu.[10] B&R nabízí kompletní řešení v oblasti řízení, pohonů, bezpečnosti, vizualizace a dalších. Za zmínku stojí také technologie mapp a reACTION.

2.1 Hardware

Celý systém je typu X20, což značí jeho ochranu krytí, a obsahuje 11 následujících modulů: 1x BR9300, 2x DI9371, 2x DO9322, 3x AI2632, 1x AO2632, 1x AO4632 a 2x SM1426. Ty jsou propojeny s programovatelným automatem Power Panelem 481 typu terminál. Vysokorychlostní komunikace mezi I/O a řídicí jednotkou zajišťuje sběrnice X2X link. Všechny moduly budou popsány níže.

2.1.1 BR 9300

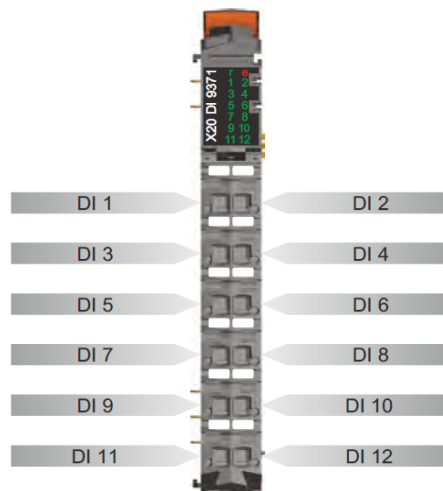
- na modul je třeba přivést napájecí napětí 24 V s -15 % / +20 % tolerancí, obsahuje ochranu proti přepólování
- slouží k napájení ostatních X20 modulů a Power Panelu přes X2X link s nominálním výstupem 7 W nebo 24 V s maximálním I/O zatížení 10 A [12]
- nejnižší možná doba cyklu je 100 us, u aktualizace I/O je to doba 2 ms



Obrázek 6: modul BR9300[12]

2.1.2 DI 9371

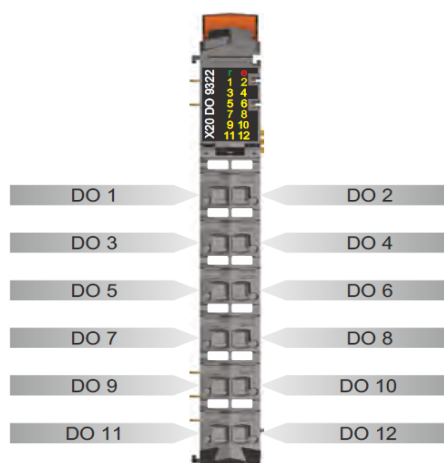
- modul je napájen 24V DC
- obsahuje 12 digitálních vstupů typu sink, které jsou přes modul uzemněny
- vstupní odpor $6,4\text{ k}\Omega$, čemuž při 24 V odpovídá vstupní proud 3,75 mA
- softwarově nastavitelný filtr pro každý vstup v rozmezí 0 – 25 ms, hodnota HW filtru je 100 us
- hranice low pro $<5\text{ V}$, high pro $>15\text{ V}$ [12]



Obrázek 7: modul DI9371[12]

2.1.3 DO 9322

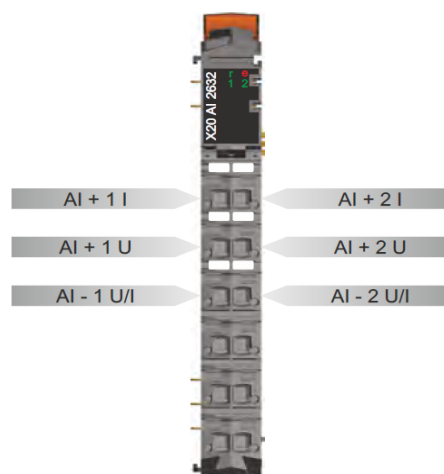
- modul napájen 24 V DC
- 12 digitálních výstupů typu source
- maximální zatížení 500 mA na jednotlivé výstupy, 6 A celkem na modul
- prodleva přepínání z 0 -> 1 a z 1 -> 0 menší než 300 μs
- maximální spínací frekvence odporové zátěže 500 Hz
- ochrana proti zkratu a přetížení, při spínání indukční zátěže a proti přehřátí[12]



Obrázek 8: modul DO9322[12]

2.1.4 AI 2632

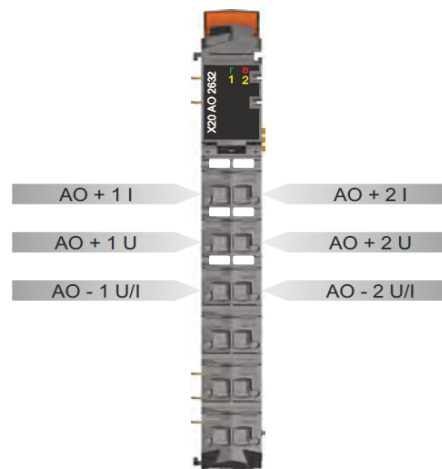
- modul je napájen 24V DC
- obsahuje 2 diferenciální analogové vstupy s volbou rozsahu ± 10 V nebo 0 – 20 mA
- rozlišení digitálního převodníku je ± 15 -bit pro napětí a 15-bit pro proud, tomu odpovídá hodnota LSB 305 uV a 610 nA, výstupní formát je typu INT
- nejnižší možná doba převodu je pro oba typy 50 us
- pro napěťový rozsah je hodnota vstupní impedance 20 M Ω , pro proudový rozsah musí být zátěž < 400 Ω
- dovolené vstupní signály jsou max. ± 30 V a max. ± 50 mA
- ochrana proti připojení napájecího napětí[12]



Obrázek 9: modul AI 2632[12]

2.1.5 AO 2632

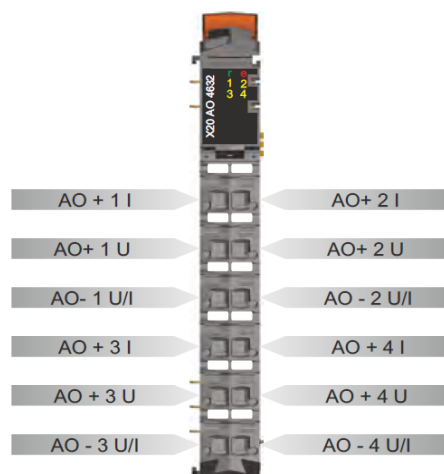
- modul napájen 24 V DC
- obsahuje 2 diferenciální analogové výstupy s volbou rozsahu ± 10 V nebo 0 – 20 mA
- rozlišení digitálního převodníku ± 15 -bit pro napětí a 15-bit pro proud
- maximální zatížení na jednotlivé kanály je u napětového rozsahu ± 10 mA, zátěž ≥ 1 k Ω , v proudovém režimu max. 600 Ω
- výstupní filtry jsou typu dolní propusti 1. řádu s mezním kmitočtem 10 kHz
- minimální doba cyklu i aktualizace I/O je 200 μ s
- ochrana proti zkratu s limitem ± 40 mA[12]



Obrázek 10: modul AO2632[12]

2.1.6 AO 4632

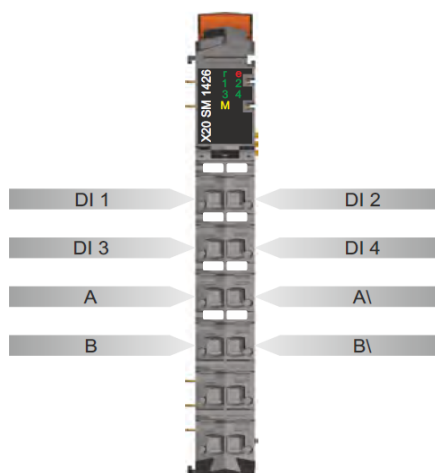
- modul napájen 24 V DC
 - obsahuje 4 analogové výstupy s volbou rozsahu ± 10 V nebo 0 – 20 mA
- rozlišení digitálního převodníku ± 15 -bit pro napětí a 15-bit pro proud
zatížení na jednotlivé kanály u napětového rozsahu max. ± 10 mA, zátěž ≥ 1 k Ω , v proudovém režimu max. 600 Ω
- minimální doba cyklu i aktualizace I/O je 200 μ s
 - ochrana proti zkratu s limitem ± 40 mA[12]



Obrázek 11: modul AO4632[12]

2.1.7 SM 1426

- modul napájen 24 V DC
- pro řízení jednoho krokového motoru ve 2-fázovém bipolárním zapojení (full bridge)
- dovolený trvalý proud 1 A, špičkově až 1,2 A
- PWM frekvence až 38,5 kHz
- maximální rozlišení je 256 mikrokroků
- 4x DI typu sink lze využít jako inkrementální enkodéry nebo jako koncové spínače
- vestavěná funkce identifikace motoru[12]



Obrázek 12: modul SM1426[12]

2.1.8 Power Panel 481

- modul napájen 24 V DC
- programovatelný automat s automation runtime a procesorem Geode LX800 500 MHz, 32-bit
- paměti 128 MB SDRAM, 512 KB SRAM, 2MB Flash pro firmware
- 10,4 "VGA barevný TFT displej, 10 programovatelných tlačítek, 28 funkčních kláves a 20 systémových tlačítek
- obsahuje sloty APCI , CompactFlash (typ I), Ethernet 10/100, RS232, 2x USB
- krytí IP65 (čelní strana)[11]



Obrázek 13: Power Panel 481[11]

2.2 Software

Společnost B&R má vlastní vývojové prostředí s názvem Automation Studio. Jednou ze zásadních odlišností od jiných programovacích prostředí je 8 cyklických tříd, které mají různou prioritu a délku cyklu. Programátor si sám může definovat délku jednotlivých cyklů, jejich tolerance a další. Ty jsou poté vykonávány prioritně dle čísla cyklu, nikoliv dle nejnižší časové konstanty. Díky tomu má programátor možnost rozvrhnout si jednotlivé programy do různých tříd dle jejich důležitosti a rychlosti vykonání.

Je zde na výběr z mnoha programovacích jazyků:

- AB – Automation basic
- CFC – Continous function chart
- FBD – Function block diagram
- IL – Instruction list
- LD – Ladder diagram

- SFC – Sequential function chart
- ST – Structured text
- Ansi C
- Ansi C++

Velmi dobrým nástrojem je také System diagnostic manager, který informuje o všem důležitém, co se v PLC děje. Ať už se jedná o stav PLC, využití procesoru a paměti, o právě používaných programech, cyklických třídách, knihovnách a hardwarové konfiguraci.

V záložce Logger se zobrazují veškeré akce ohledně nahrávání a chyb během nich. Pomocí poslední záložky Profiler lze na dálku stahovat a nahrávat nové konfigurace do PLC. Ke spuštění System diagnostic manageru není třeba Automation Studio, pouze webový prohlížeč, přes který se na naši konfiguraci můžeme připojit. Graficky je zde vše dobře zpracováno a údajům rozumí i člověk, který není moc znalý v programování.

3 SOUČASNÝ MODEL DOMU

V této kapitole bude shrnuto, co již bylo v minulosti realizováno na modelu inteligentního domu. Celý model zahrady, domu a garáže je zkonstruován z překližky. Na přední i zadní straně podstavy jsou umístěny informační panely popisující jednotlivé systémy včetně tlačítek a zapojení konektorů. Veškeré pohony, moduly a jiná elektronika jsou umístěny pod úroveň zahrady, kterou lze z boku odklopit.



Obrázek 14: model inteligentního domu

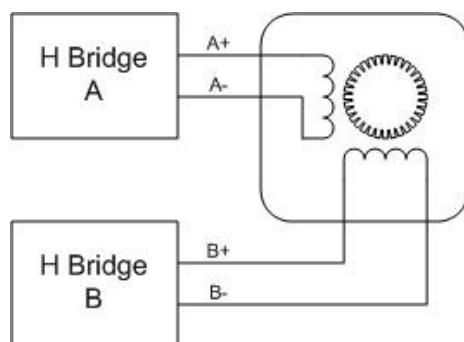
3.1 Brána a garážová vrata

Na přední části modelu je uživatelský panel, na němž se nachází tlačítka pro otevírání/zavírání vstupní brány včetně tlačítka STOP a LED informující o právě probíhajícím úkonu. Stejná tlačítka i LED jsou použita pro manipulaci s garážovými vraty. Pro případnou poruchu je zde ještě tlačítko kvitovat. Dále se zde nachází přepínač volby hlavní PLC/pohony a přepínač pro režim1/režim2. V levé části se nachází sběrnice na propojení s PLC včetně informací o zapojení.

3.1.1 Motory

Pohony jsou realizovány krokovými motory PM35L048 a PM55L048 s permanentními magnety v rotoru, které jsou konstruované na napětí 24 V a jejich rozlišitelnost je 48 kroků na otáčku, čemuž odpovídá úhel 7.5° . Podstata činnosti krokových motorů spočívá ve správném zapojování cívek ve statoru, které následně vyvolávají otáčivé magnetické pole. Rotor na to reaguje tím, že se snaží klást co nejmenší magnetický odpor a natáčí se. Principiálně je krokový motor schopen udržet stávající polohu a úhel osy lze dopočítat z počtu kroků. Nevýhodou je nutnost budiče pro řízení.

Oba motory jsou připojeny na moduly SM1426, které jsou navrženy pro unipolární či bipolární řízení krokových motorů. Na současném modelu domu je použito bipolární zapojení, které spočívá ve změnách polarity na protilehlých vinutích. Bipolární řízení dosahuje oproti unipolárnímu zapojení vyššího kroutícího momentu. Řízení je však zase o něco složitější a je zapotřebí H-můstku pro každou z fází.



Obrázek 15: schéma bipolárního zapojení motorů [21]

Důležité je také správně nastavit hodnoty proudů k udržování polohy, konstantní rychlosti při pohybu a při brzdění či rozjíždění. Tím se vyhneme zbytečnému přehřívání motoru.

typ proudu	PM55L048 (Brána)	PM35L048 (Garáž)
přidržený	50 mA	100 mA
jmenovitý	600 mA	300 mA
maximální	800 mA	400 mA

Tabulka 1: hodnoty proudů pro krokový motor

3.1.2 Program

Na modelu je současně program obsahující ovládání vrat a garáže včetně zastavení pohybu a informace o provádějí se akci. Pro řízení pohybu byl použit standard PLCopen, který zajišťuje použitelnost kódu na různých hardwarových platformách. V tomto standardu je definováno 8 základních stavů osy a dále spoustu funkčních bloků pro práci s jedno či víceosým řízením. Dále byla použita knihovna Acp10 obsahující PLCopen funkční bloky či specializované B&R knihovny pro pohony.

3.2 Zavlažování trávníku

Zavlažovací a rozprašovací systém je umístěn po celé zahradě v okolí domu. Ovládání je opět možné přes panel na přední straně, kde jsou tlačítka Start/Stop, Slunce/Děšť, PLC hlavní/PLC závlaha včetně jednoho zatím nevyužitého a bargraf informující o vlhkosti. Dále je zde tabulka pro zapojení a podmínky pro přechody mezi jednotlivými stavy zavlažování.

Model závlahy trávníku je nahrán v mikroprocesoru Atmega16. Ten odesílá všechny informace o stavu jednak na přední panel, ale také do PLC. Napájení +5 V je přivedeno z modulu pro pohony. Celý program je řešen jako stavový automat, kde se přechází mezi sedmi možnými směry zavlažování s různými tlaky vody. S každým druhým cyklem je také spuštěn režim rozprašování.

pin 9	pin 8	pin 7	směr
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	2
0	1	1	3
1	0	0	4
1	0	1	5
1	1	0	6
1	1	1	7

Tabulka 2: určení směru závlahy Atmega16

směr	LED 2	LED 3
0	$3\text{ V} \leq \text{AO} \leq 9\text{ V}$	$9\text{ V} \leq \text{AO} \leq 10\text{ V}$
1	$3\text{ V} \leq \text{AO} \leq 6\text{ V}$	$6\text{ V} \leq \text{AO} \leq 10\text{ V}$
2	$3\text{ V} \leq \text{AO} \leq 5\text{ V}$	$5\text{ V} \leq \text{AO} \leq 10\text{ V}$
3	$3\text{ V} \leq \text{AO} \leq 6\text{ V}$	$6\text{ V} \leq \text{AO} \leq 10\text{ V}$
4	$3\text{ V} \leq \text{AO} \leq 5\text{ V}$	$5\text{ V} \leq \text{AO} \leq 10\text{ V}$
5	$3\text{ V} \leq \text{AO} \leq 7\text{ V}$	$7\text{ V} \leq \text{AO} \leq 10\text{ V}$
6	$3\text{ V} \leq \text{AO} \leq 8\text{ V}$	$8\text{ V} \leq \text{AO} \leq 10\text{ V}$
7	$3\text{ V} \leq \text{AO} \leq 6\text{ V}$	$6\text{ V} \leq \text{AO} \leq 10\text{ V}$

Tabulka 3 : hodnoty tlaků pro různé režimy

3.3 Osvětlení modelu

Na modelu je realizováno veřejné, venkovní a vnitřní osvětlení. Pro první dvě zmíněné platí následující režimy denní doby, které se určují v závislosti na hodnotách fotorezistoru a nastaveného času:

- denní režim – v tomto režimu je veřejné a venkovní světlo vypnuto
- režim šero – tvoří jakýsi přechod mezi hranicí dne a noci, v tomto režimu svítí pouze chodník, který svítí s intenzitou odpovídající hodnotě fotorezistoru
- noční režim – v tento moment již funguje veškeré venkovní osvětlení

3.3.1 Veřejné osvětlení

Toto osvětlení je realizováno 3 LED, které se spínají v závislosti na čase.

3.3.2 Venkovní osvětlení

Kapitolu lze rozdělit do 2 kategorií a to na osvětlení reagující na intenzitu světla a detekci pohybu.

Pro osvětlení na základě intenzity světla je zde použit fotorezistor. Informace o jeho odporu je posílána na AI. Ta je softwarově zpracována a AO ji následně nastavuje na svém výstupu pro veřejné LED.

Pro osvětlení na základě detekce pohybu je zde použit PIR senzor. Ten je umístěn nad vchodovými dveřmi. Zároveň je zde díky informaci o denní době ošetřen stav, aby světlo reagovalo na pohyb pouze v určitou denní dobu. Přítomnost tedy pošle 3V na AI a poté se z DO vyšle signál k rozsvícení světla nade dveřmi.

3.3.3 Vnitřní osvětlení

Ovládání vnitřního osvětlení je možné buď manuálně pomocí tlačítek na zadní straně modelu nebo přes vizualizaci na panelu. Každá ze 3 LED je umístěna v jiné místnosti.

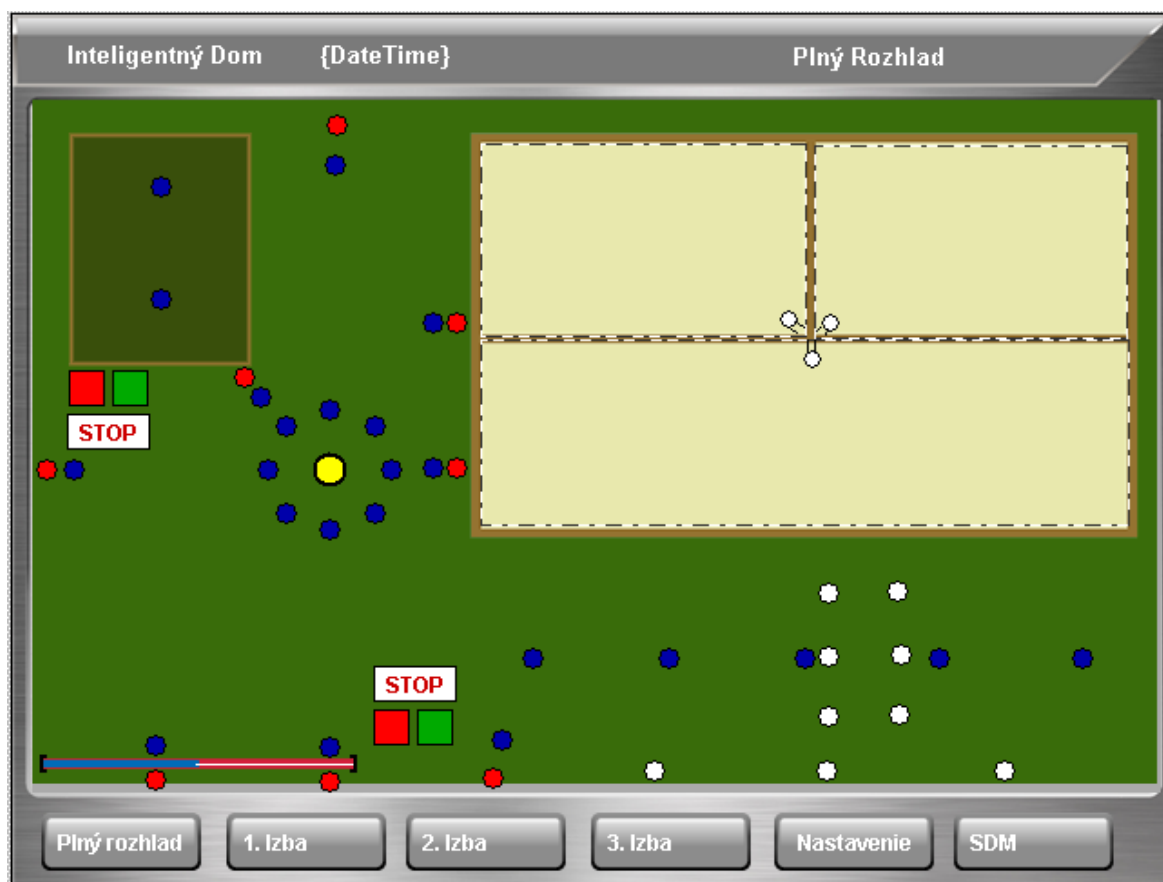
Po spuštění programů jsou nastaveny na 0 V, což znamená, že nesvítí. Ve vizualizaci je v každé místnosti umístěn posuvník pro nastavení svítivosti LED. Programově je ošetřeno vypnutí či zapnutí osvětlení nezávisle na poloze tlačítek pomocí funkce RF_TRIG.

3.4 Vizualizace

Po načtení programu se zobrazí půdorys domu včetně zahrady s veškerým osvětlením, zavlažováním, přilehlé garáže a brány. O stavech systémů informují blikající kontrolky a vrata je možno otevírat či zavírat pomocí přilehlých tlačítek. V dolní části obrazovky je lišta s navigačními tlačítky pro přechody mezi jednotlivými stránkami, která je společná pro všechny obrazovky. Pro výběr daného pokoje lze také využít doteku na uvedenou místnost ve vizualizaci.

Dále je zde obrazovka nastavení, kde lze definovat čas rozsvícení venkovního osvětlení, vyčíst hodnoty snímačů, deaktivovat vypínače pro osvětlení, či nastavit jas displeje.

Posledním tlačítkem je System diagnostic manager, který obsahuje komplexní informace o stavu PLC.



Obrázek 16: vizualizace plného náhledu

4 NÁVRŽENÉ ZMĚNY NA MODELU

Pro realizaci svých návrhů mám k dispozici 2x AI, 6x DI a 14x DO. Oba moduly pro krokové motory a 6x AO jsou již plně využity.

4.1 Změny v osvětlení

Důvody změn byly potřeby analogových výstupů pro vlastní účely a také velké zatížení výstupů 0 – 20 mA LED osvětlením chodníku a vnitřních prostor domu. Tyto LED se nyní nachází na digitálních výstupech 0 – 24 V s maximálním proudovým zatížením až 500 mA.

Nastavování jasu LED v závislosti na požadavcích uživatele či fotorezistoru je nyní prováděna pomocí PWM.

4.1.1 Realizace PWM signálu

Frekvenci signálu jsem zvolil 50 Hz, která je dostatečná pro nepohybující se LED. Navíc modul pro digitální výstupy DO9322 má maximální spínací frekvenci odporové zátěže 500 Hz. Díky tomu se můžeme dostat na střidu PWM signálu o minimální hodnotě 10%, kolem které už je zřetelné blikání LED. Zároveň je potřeba vložit program do cyklické třídy s hodnotou 2 ms či nižší, čemuž je nutno přizpůsobit i systémové časování, které lze nastavit až v 400 us krocích.

Samotný program je psán v LD a je tvořen funkčním blokem LCRPWM z knihovny LoopConR. Z poměru vstupní hodnoty, v tomto případě přednastavené konstanty, a maximální hodnoty, do které je přiřazena konstanta z pole odpovídající poloze posuvníku či výstupu z fotorezistoru, je na DO generován PWM signál.

4.1.2 Osvětlení před domem a uvnitř domu

Celkem 6 předřadných 330 Ω odporů osvětlujících cestu jsem nahradil 1000 Ω rezistory, neboť místo 0 – 10 V z AO bude nyní na LED 0 – 24 V z DO. Intenzita osvětlení cesty během režimu šera je stále úměrná výstupu z fotorezistoru. Nemění se však zcela spojitě, ale po 10 %. Důvodem je právě pole čísel odpovídající dělicímu poměru stupňovaném po 10 %. Ze znalosti minimální a maximální hodnoty napětí během tohoto režimu lze interval rovnoměrně rozdělit právě na 10 částí od mírného osvětlení až po plný výkon.

Vnitřní osvětlení je taktéž stupňováno po 10 %. Slider pro nastavení intenzity je rozdělen na 10 dílků odpovídající 0 – 100 %.

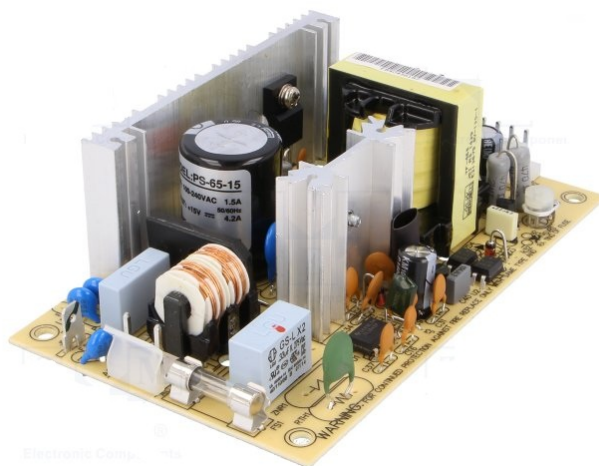
4.2 Vytápění domu s regulací teploty

Aby bylo možné vytopit model domu, je nutné použít externí zdroj napájení s vyšší výkonovou zatížitelností, než lze maximálně získat z PLC. Také bylo zapotřebí zjistit výkon nutný k vytopení prostoru. Experimentálně bylo testováno vytopení prostoru podobných rozměrů 40 W žárovkou za okolní teploty kolem 12 °C. Do několika minut byla teplota uvnitř přes 20 °C. Pokud bychom uvažovali o okolní teplotě pod bodem mrazu a požadavek na vnitřní teplotu by byl ještě vyšší, je třeba zajistit výkonější topení.

4.2.1 Realizace topného systému

Dostatečný výkon zajišťuje spínaný zdroj Mean Well PS6515, který je volen s výkonovou rezervou. Jeho parametry jsou:

- 3x výstupní napětí: 14.2 – 16.5 V
- výstupní proud: 4.2 A
- skutečný výkon: 65 W
- vstupní napětí AC: 90 – 264V
- odběr při 230 V AC: 0,45 A
- integrované ochrany: přetížení, zkrat, přepětí[22]

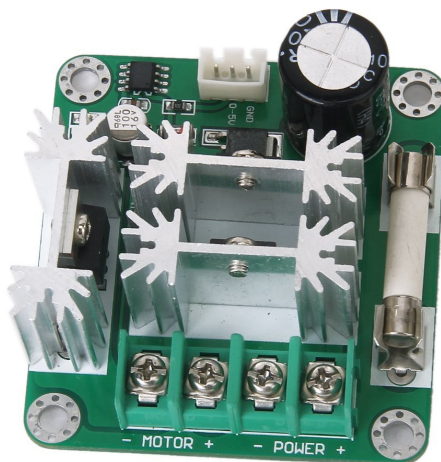


Obrázek 17: spínaný zdroj Mean Well [22]

Ze zdroje je přivedeno napětí 15 V na vstup modulu určeného pro řízení stejnosměrných motorů, na kterém lze pomocí potenciometru regulovat výkon dodaný do zátěže. Tento potenciometr je nahrazen řídicím napětím v rozmezí 0 – 5 V z AO PLC rovnající se dodanému výkonu na zátěž 0 – 100%.

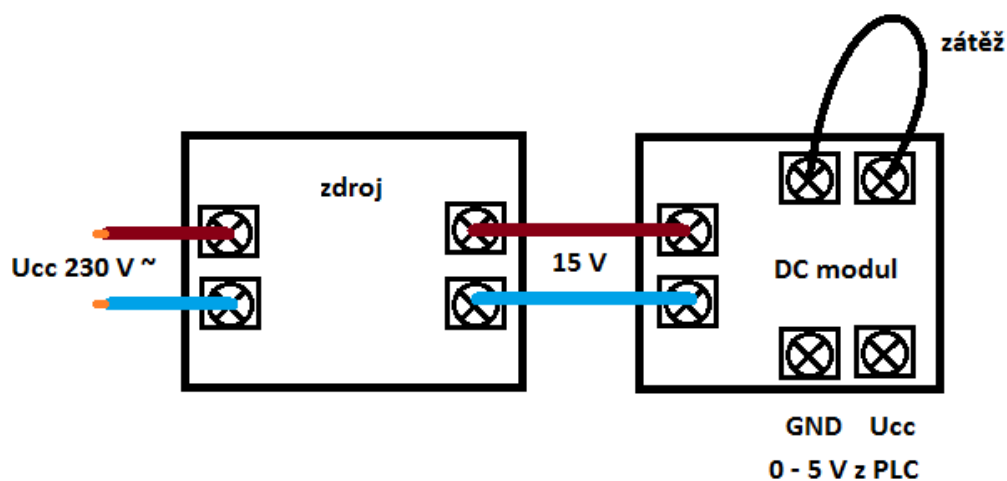
parametry udávané výrobcem:

- pracovní napětí DC: 6 – 90 V
- řídicí výkon 0.01 – 1000W max 15A



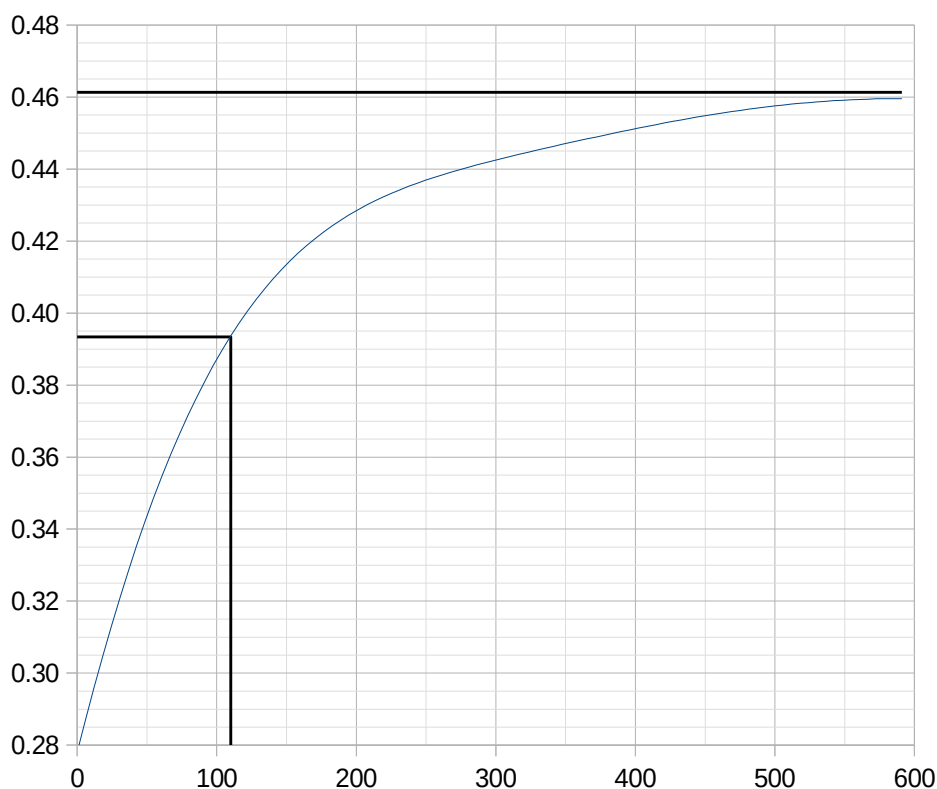
Obrázek 18: DC modul pro vytápění[23]

Zátěží je 1 m dlouhý odporový drát z manganinu s odporem $3.465 \Omega/\text{m}$. Při napájecím napětí 15 V dodává DC modul na výstup maximálně 13.68 V. Z toho lze jednoduše dopočítat maximální protékající proud zátěží, který činí 3.95 A. Nejvyšší možný dosažený výkon pro vytápění je tedy 54 W.



Obrázek 19: schematické zapojení topného systému

měřeno a zaznamenáváno každou vteřinu multimetrem Agilent 34401A na rozsahu 2 V. Naměřené hodnoty byly posílány po sběrnici GPIB do PC, kde byl spuštěn program LabView. Ten zpracovával všechna přijatá data z měřicího přístroje a následně je zapisoval do textového souboru. Výsledkem bylo celkem 591 naměřených hodnot, ze kterých byla následně sestrojena přechodová charakteristika systému.



Obrázek 21: přechodová charakteristika měřené soustavy

Celé měření trvalo 10 minut, než se hodnota ustálila na maximum. V tomto případě kolem hodnoty 0.458 V, která odpovídá teplotě přes 45°C. Při pohledu na graf vypadá charakteristika jako přenos soustavy prvního řádu, avšak dle naměřených hodnot se napětí první 2 vteřiny nemění. Je to způsobeno tím, že na soustavu působí i jiné děje než jen vyhřívání vnitřního prostoru. Dalšími jsou dynamické vlastnosti odporového drátu pro vytápění a snímače teploty, neboť drát se protékajícím proudem ohřeje na maximum s určitou časovou konstantou, stejně tak i pouzdro snímače teploty má vlastní přechodový děj. Oproti největší časové konstantě jsou sice zanedbatelné, avšak je třeba je zahrnout do identifikace. Jednou z možností je aproximovat tyto dva děje pomocí dopravního zpoždění T_d . Diferenciální rovnice soustavy prvního řádu s dopravním zpožděním je popsána následující rovnicí:

$$T \cdot y'(t) + y(t) = k \cdot u(t - T_d)$$

Tu lze transformovat na operátorový přenos:

$$F_s = \frac{K}{Tp+1} e^{-Tdp}$$

Nyní je již možné přibližně určit matematický model soustavy. Řídící napětí, které považují za vstup do soustavy, může nabýt nejvýše 5 V. Z charakteristiky určená ustálená hodnota výstupu je v tomto případě výše zmíněných 0.458 V. Zesílení je poměrem ustálené hodnoty výstupu ku ustálené hodnotě vstupu.

$$K = \frac{y(t)}{u(t)} = \frac{0.4572}{5} = 0.09144$$

Pro zjištění časové konstanty T je vedena přímka z hodnoty 0.63y(t), konkrétně se jedná o napětí 0.393 V. Po protnutí přechodové charakteristiky je spuštěna kolmice na osu x. Tomu odpovídá čas 115 s, od kterého se ještě odečte hodnota dopravního zpoždění $T_d = 2$ s a je tak získána časová konstanta $T = 113$ sec. Výsledný přenos soustavy má tvar:

$$F_s = \frac{K}{Tp+1} e^{-Tdp} = \frac{0.09144}{113p+1} e^{-2p}$$

4.2.3 Návrh regulátoru

Při návrhu regulátoru pro vytápění rodinného domu je prioritou sledování žádané teploty. Obecně vlastnosti domu odpovídají pomalé a stabilní soustavě. Významnou roli tu však hraje venkovní teplota, která do soustavy vstupuje jako porucha.

Soustava domu je prvního řádu s dopravním zpožděním a vzhledem k charakteru celého systému není zapotřebí stabilizující efekt D složky. Z těchto důvodů byl pro návrh vybrán regulátor typu PI. Následující vztah popisuje jeho časový průběh:

$$x(t) = r_0 e(t) + r_i \int_0^t e(t) dt + x(0)$$

Z toho lze určit přenos:

$$F_R(p) = \frac{X(p)}{E(p)} = r_0 + \frac{r_i}{p} = k_r \frac{T_r + 1}{p}$$

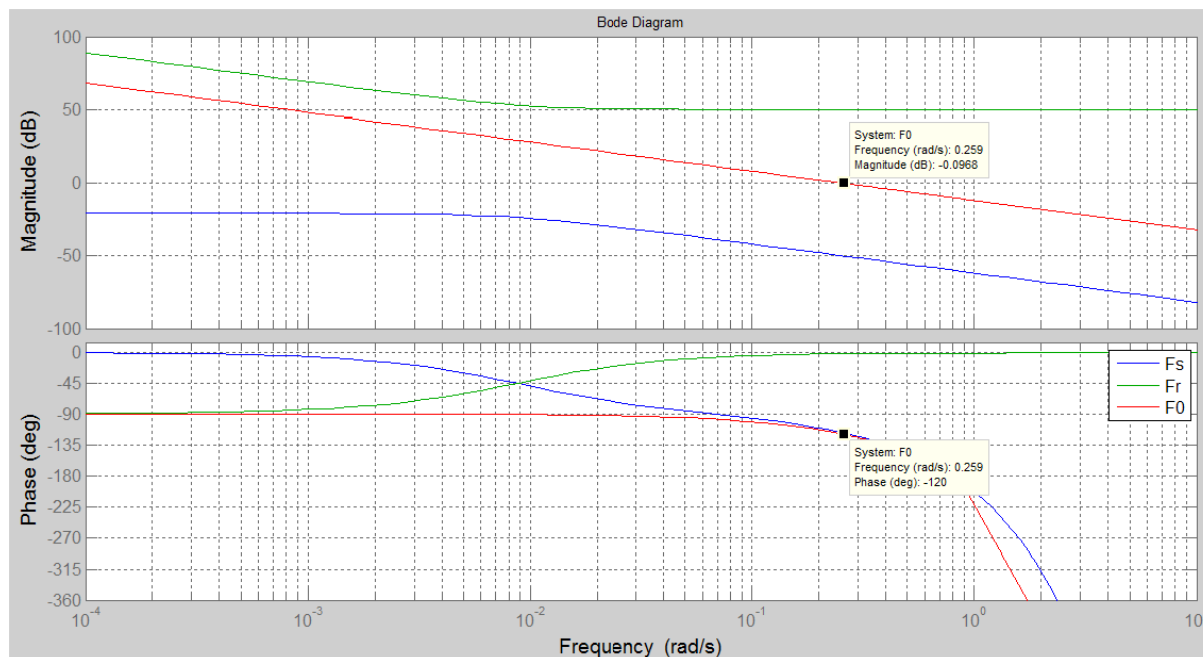
Pro návrh regulátoru byla zvolena metoda standardního tvaru frekvenčních charakteristik, kde je snahou dosáhnout co nejvhodnějšího tvaru frekvenční charakteristiky otevřené smyčky F_0 .

$$F_0 = F_R \cdot F_s$$

Navíc metoda je vhodná pro soustavy s dopravním zpožděním a stačí experimentálně naměřená data. Odečtením charakteristiky soustavy F_s od F_0 lze získat výslednou frekvenční charakteristiku přenosu regulátoru F_R . Při návrhu je důležité dodržet následující kritéria:

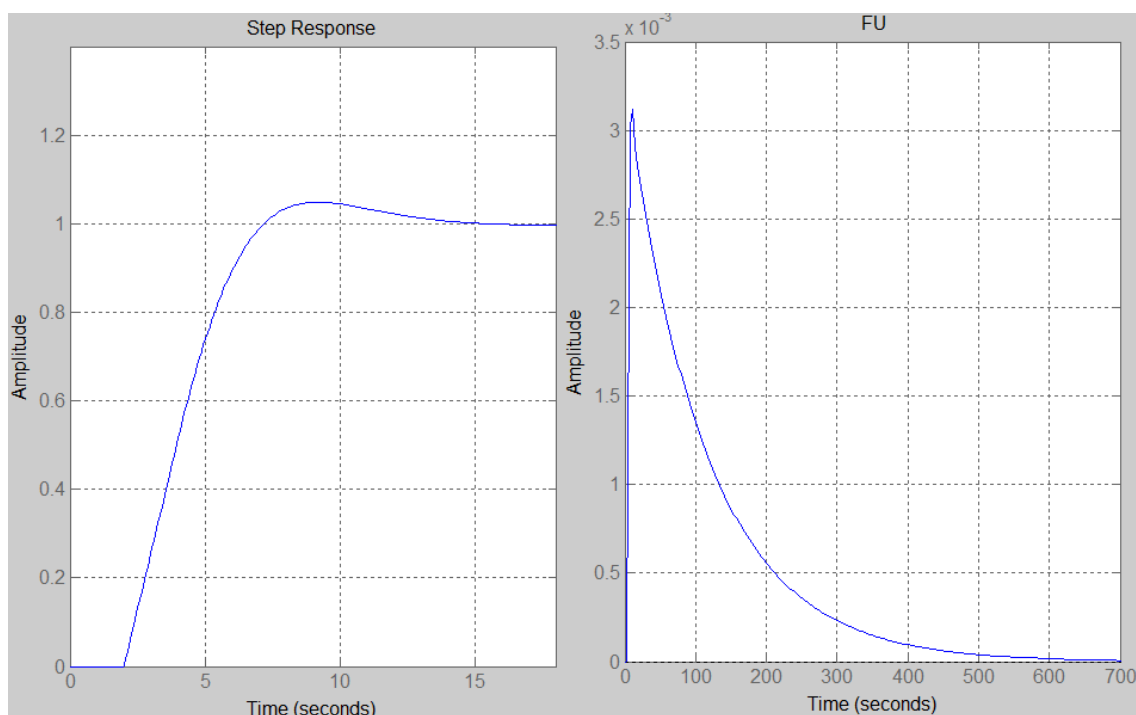
- co nejvyšší hodnota kmitočtu řezu ω_f pro rychlý přechodový děj
- amplitudová část frekvenční charakteristiky protíná osu 0 dB se sklonem - 20 dB/dek a udržet tento sklon v co nejširším okolí ω_f

Pro tento případ je nula regulátoru vložena do oblasti časové konstanty systému $T = 113$ s.



Obrázek 22: návrh regulátoru ve frekvenčních charakteristikách

Jak je z grafu vidět, fázová bezpečnost je 60 °, neboť při dopravním zpoždění je mez stability na hodnotě -180 °. Zároveň byla hodnota zesílení volena tak, aby byl ideální poměr mezi překmitem přenosu řízení F_w a vyregulování poruchy F_U .



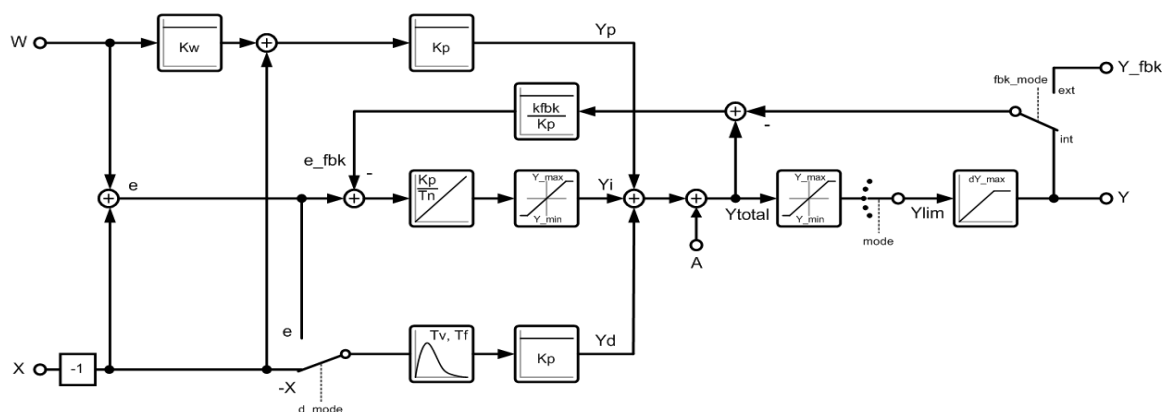
Obrázek 23: přechodové charakteristiky F_w (vlevo) a F_u (vpravo)

Výsledný tvar regulátoru je tedy následující:

$$Fr = 2.8 \frac{(1+113p)}{p}$$

4.2.4 Programování regulátoru

Program řízení teploty je psán v jazyce ST. Pro psaní algoritmu jsem využil funkčních bloků LCRPID a LCRPIDpara z knihovny LoopConR.



Obrázek 24: blokové schéma LCRPID

V inicializační části nastavuji výchozí hodnoty pro dobu vytápění a požadovanou teplotu, dále vlastnosti PI regulátoru, jako je zesílení K_p , hodnotu integrační složky T_n , maximální hodnotu akčního zásahu, vypnutí záporného zesílení invert a další.

Cyklická část začíná získáním systémového času a porovnáním vstupních podmínek nutných pro zapnutí topení v domě. Při splnění podmínek se přepnou řídicí bity do hodnoty TRUE, povolí se blok LCRPIDpara, ze kterého následně blok LCRPID získá data o přenosu regulátoru a jeho přesném nastavení. Nyní řídicí algoritmus porovnává žádanou hodnotu setTemp se současnou hodnotou actTemp a spouští proces regulace.

Hodnota actTemp se vypočítává z proměnné SensorValue typu INT, ve které je informace o napětí ze snímače teploty.

Výstupem z regulátoru je akční veličina LCRPID.Y, ze které se přepočítává hodnota 0 – 100 % do proměnné heat typu INT, která odpovídá řídicímu napětí pro DC modul v rozmezí 0 – 5 V, kterému odpovídá interval hodnot 0 – 16384.

4.2.5 Změna napájecího zdroje

Po identifikaci soustavy, návrhu regulátoru, zapojení všech měřících a řídicích prvků k PLC se začaly vyskytovat problémy s výstupy snímačů připojených na analogové vstupy. Při konstantním výstupu snímačů se hodnoty na AI náhodně měnily a pohybovaly se v rozmezí až $\pm 10V$. Proměňování výstupů voltmetrem vždy ukazovalo správnou hodnotu, avšak ihned po připojení k PLC se opět objevila stejná porucha.

Důvodem byl nakonec spínaný zdroj, na kterém byly připojeny snímač teploty, PIR senzor a topný modul. Ty byly následně propojeny s PLC, kam se přes společnou zem dostaly rušivé signály a ty způsobovaly tyto poruchy měřeného napětí. Bohužel AI nemají izolovanou zem a stejně jako všechny ostatní moduly jsou připojeny na jednu společnou.

Z těchto důvodů byl nadále používán laboratorní stabilizovaný zdroj Diametral P230R51D, na kterém jsou k dispozici následující výstupy:

- 2x 0 – 30 V / 4 A
- 1x 5 V / 3 A

Výstup s pevným napětím 5 V nyní slouží jako napájení pro teplotní snímač LM35DZ, PIR senzor a pro řídicí obvod micro serv. První výstup 0 – 30 V zůstává pro napájení celého PLC a druhý výstup 0 – 30 V je určen pro vytápěcí modul. Díky nastavitelnému napětí a možnosti velké proudové zatížitelnosti zdroje není třeba původní parametry topení přenastavovat.

4.3 Žaluziový systém

Vzhledem k velikosti modelu, prostoru kolem oken a celkovému vzhledu, jsem se rozhodl pro vnitřní systém žaluzií. Celkem se zde nachází 6 oken, z toho 2 velká střešní, na kterých rolety nainstalovány nejsou.

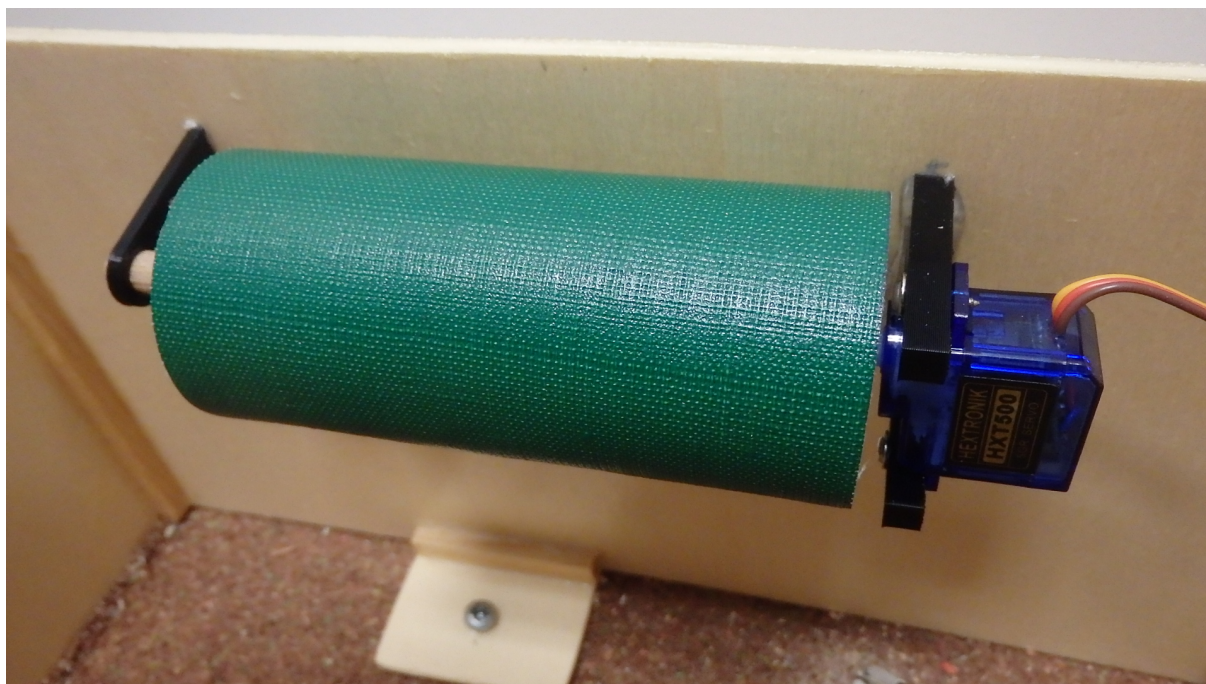
4.3.1 Výběr pohonu

Při realizaci jsem zvažoval 2 druhy pohonů. Prvním byl krokový motor, druhým servo motor. U krokového motoru je nutnost dalšího budicího obvodu, navíc je na vstup potřeba přivádět 4 řídicí impulsy ovlivňující směr a rychlost pohybu. Na druhou stranu je z principu zaručena poloha natočení a není tak třeba dalšího snímače.

Servopohonu stačí pouze 1 řídicí impuls a nejsou zapotřebí další budicí prvky. Jelikož uvnitř modelu domu je omezená prostorová dispozice, hodí se sem více micro serva, která momentově stačí na navíjení rolet a celkový odběr proudu je nízký. Při sepnutí všech 4 serv se špičkový proud pohybuje maximálně kolem 0.5 – 0.6 A.

HXT 500 s parametry:

- rozměry: 22,9 x 11,4 x 22 mm
- napájecí napětí: 3 – 6 V
- hmotnost: 5 g
- síla: 0,8 kg.cm [18]

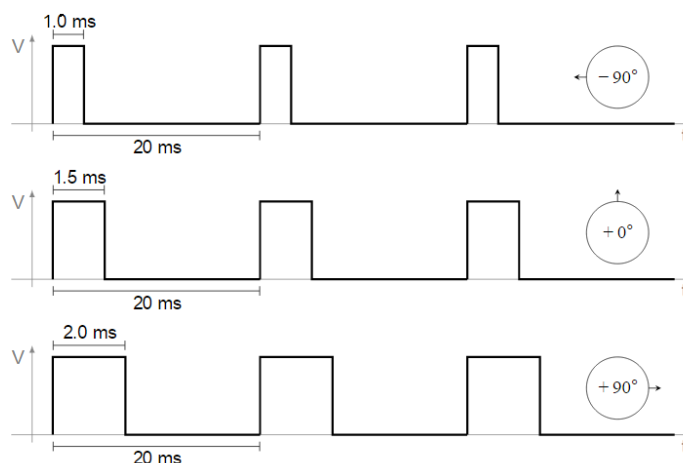


Obrázek 25: montáž žaluzií

4.3.2 Způsob řízení

Samotné řízení motoru probíhá při frekvenci 50 Hz, kdy se mění střída signálu v rámci několika procent. Příkladem může být 1,5 ms pro neutrální polohu serva, 1 ms pro natočení o -90° a 2 ms pro natočení o $+90^\circ$. Mechanickou úpravou lze odstranit tato omezení natočení o $\pm 90^\circ$. Při nahrazení potenciometru vhodným poměrem odporového děliče a vyjmutí

zarážky se osa může točit vlevo či vpravo bez omezení. Tato úprava není nutná vzhledem k velikosti oken a poloměru válce pro navíjení rolet.

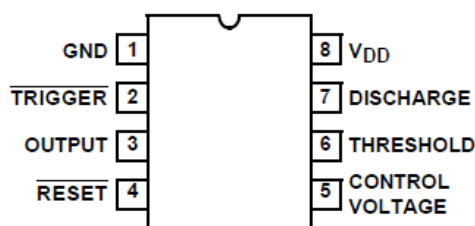


Obrázek 26: příklad řízení serv [24]

4.3.3 Zapojení

Celý obvod pro řízení a napájení serv je konstruován na 5 V. Napájecí napětí bylo původně vyvedeno z výstupu zdroje sloužícího pro vytápění, kde bylo přes stabilizátor 7805 upraveno z 15 V na požadovaných 5 V. Nově je však také připojen na laboratorní zdroj s 5 V výstupem. Pověly o změně natočení serv jsou posílány ze čtyř 5V analogových výstupů (přední žaluzie nahoru, přední žaluzie dolů, zadní žaluzie nahoru, zadní žaluzie dolů).

Hlavním prvkem na DPS je časovač ICM755 v astabilním režimu s frekvencí až 1 MHz. Ten za pomoci několika rezistorů, kondenzátorů a diody zajišťuje generování požadované šířky pulzů na vstup micro serv. Princip tohoto klopného obvodu spočívá v nabíjení kondenzátoru, kdy začíná s nulovým napětím. Postupně se nabíjí a jakmile dosáhne hodnoty $2/3$ napájecího napětí, Treshold zapříčiní kladné napětí na komparátoru, čímž dojde k resetu RS a výstup časovače se přepne do logické 0. Současně se začne také otevírat vybíjecí tranzistor na pinu 7, kde kolektor tranzistoru spojí kondenzátor se zemí a začne se vybíjet. Jakmile hodnota napětí na kondenzátoru klesne pod $1/3$ napájecího napětí, komparátor nastaví RS. Díky tomu se na výstupu objeví logická 1. Tranzistor se uzavírá, hodnota napětí na kondenzátoru opět roste a děj se opakuje.



Obrázek 27: časovač ICM7555 [25]

4.3.4 Program

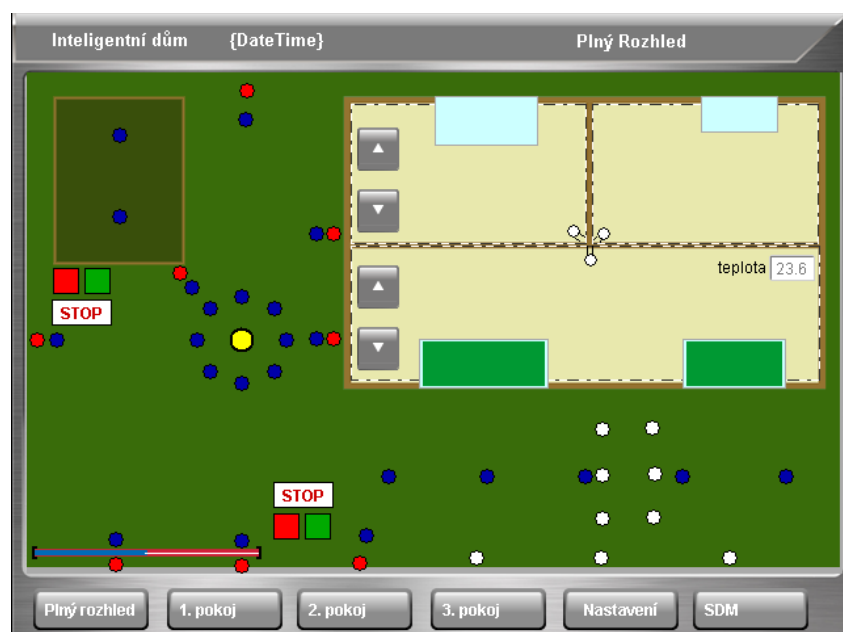
Program pro řízení žaluzií je psán v LD. V inicializační části nastavuji počáteční polohu žaluzií nahoru a setuji a resetuji příslušné bity značící momentální polohu rolet.

V cyklické části jsou 4 hlavní celky, kde každý připadá právě jednomu požadavku na změnu polohy. Na příkladu pohybu zadních rolet nahoru se testuje, zda je příznak stažených rolet v logické 1, zároveň jestli je už v horní poloze a nakonec, zda byl vyslán požadavek k vytažení rolet. Po splnění všech podmínek se povolí funkční blok MOVE, který vloží INT hodnotu odpovídající velikosti řídicího napětí do proměnné `motory_zad_nahoru` a tato hodnota je následně poslána přes výstup AO na řídicí obvod serv. To způsobí natočení serva do dané pozice. Zároveň je to také impuls ke startu časovače nastaveného na 1,2 s, což je dostatek času na změnu pozice rolet z jedné do druhé. Po uplynutí této doby jsou setovány či resetovány příznaky vypovídající o aktuální poloze žaluzií a motory jsou následně vypnuty přiřazením hodnoty 0 na výstup AO.

Poslední část prvního bloku slouží pro vizualizaci pohybu rolet. Se spuštěním časovače, tedy i povelu ke změně stavu, se zaznamenává současná hodnota časovače ET, která je při pohybu rolet nahoru odečítána z konstanty.

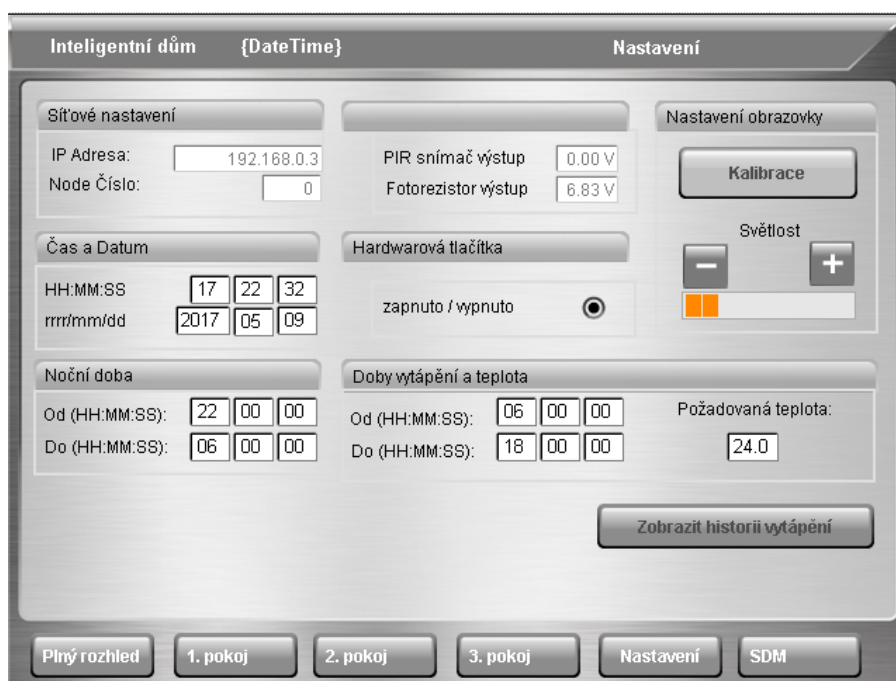
4.4 Vizualizace

Již existující vizualizace je ponechána a pouze modifikována. Na hlavní obrazovce uvnitř domu je nově umístěna informace o stávající teplotě místností a také je zde znázorněno rozmístění a velikost jednotlivých oken včetně ovládacích prvků v levé části domu. Na obrázku je vidět rozdíl mezi vytaženými okny nahoře a zataženými dole. Barvu rolet jsem volil tak, aby co nejlépe vystihovala použitý materiál pro clonění. U zobrazení jednotlivých místností jsou taktéž přidány žaluzie a jejich stav. Ve vizualizaci jsou ošetřena tlačítka pro pohyb žaluzií nahoru či dolů. Dokud je sepnuta proměnná značící pohyb motorů v opačném směru, tlačítko je zamknuté a nereaguje na povel uživatele. Teprve až po přepnutí motorů do logické 0, je možné zadávat následující příkaz.



Obrázek 28: úvodní vizualizace pro Pover Panel

V nastavení přibyly funkce pro vytápění, včetně volitelné doby topení a požadované teploty. Dále je zde možnost nechat si zobrazit historii topení, kde uživatel v grafu vidí, jak se pohybovala a pohybuje vnitřní teplota společně se žádanou teplotou.



Obrázek 29: záložka nastavení ve vizualizaci

5 ZÁVĚR

Prvním úkolem závěrečné práce bylo nastudování problematiky řízení inteligentních domů. Popsat výhody a možnosti, které tyto systémy přináší a zároveň představit standardy a výrobce pohybující se v tomto odvětví. Při jejich vyhledávání a následném představení byl často problém získat o daném produktu více informací odbornějšího charakteru. Jednalo se především o menší společnosti, které na svých stránkách zveřejňují pouze výběr zařízení a služeb bez detailnějšího popisu, ze kterých si může zákazník vybírat.

Dále jsem se seznámil s již existujícím modelem inteligentního domu, na kterém už bylo použito inteligentní osvětlení, závlaha trávníku a ovládání brány s garáží. Tento model byl řízen pomocí PLC od firmy B&R automation. Pro detailnější seznámení a pochopení programovacího prostředí a hardwaru jsem navštěvoval školicí kurzy od této firmy pořádané v Brně.

Po seznámení s modelem jsem měl navrhnout změny v současné instrumentaci a přidat nové systémy pro řízení inteligentní domácnosti. Osvětlení z analogových výstupů bylo přesunuto na digitální výstupy, kde se nyní intenzita jasu řídí pomocí PWM. Důvodem bylo přetěžování AO s proudovou zatížitelností do 20 mA a také potřeba využít AO pro nově navrhované systémy, neboť všechny AO už byly obsazené.

Do domu byl přidán žaluziový systém realizovaný pomocí micro serv umístěných unitů modelu. Uživatel tak přes vizualizaci může ovládat a sledovat polohu rolet v přední i zadní části domu. Dalším nově přidaným systémem je vytápění včetně regulace teploty. Vytápění je zde řešeno centrálně pro celý dům a je možné si nastavit požadovanou teplotu a dobu, kdy se má topit.

V poslední části bylo mým úkolem vytvořit vizualizaci nových systémů. Zde jsem použil již existující verzi, kterou jsem lehce modifikoval a doplnil o 2 výše zmíněné systémy.

Literatura

- [1] ABB Group: *Správná investice* [online]. [cit. 2017-01-6]. Dostupné na URL: [<www117.abb.com/viewDocument.asp?document=5760&type= >](http://www117.abb.com/viewDocument.asp?document=5760&type=)
- [2] AMADEO: *Chytrý dům* [online]. [cit. 2017-01-6]. Dostupné na URL: [<http://www.amadeo.cz/chytry-dum.html>](http://www.amadeo.cz/chytry-dum.html)
- [3] TZBINFO: *Decentralizované sběrníkové systémy* [online]. [cit. 2017-01-6]. Dostupné na URL: [<http://www.tzb-info.cz/4213-decentralizovane-sbernicove-systemy>](http://www.tzb-info.cz/4213-decentralizovane-sbernicove-systemy)
- [4] WIKIPEDIA: *KNX(standard)* [online]. [cit. 2017-01-6]. Dostupné na URL: [<https://en.wikipedia.org/wiki/KNX_\(standard\)>](https://en.wikipedia.org/wiki/KNX_(standard))
- [5] KNX: *Co je KNX* [online]. [cit. 2017-01-6]. Dostupné na URL: [<http://www.knx-system.cz/co-je-knx>](http://www.knx-system.cz/co-je-knx)
- [6] DACEL SOLUTION: *Lighting automation* [online]. [cit. 2017-01-6]. Dostupné na URL: [<http://www.dacelsolutions.com/en-US/Sistemler/Lighting-Automation/35>](http://www.dacelsolutions.com/en-US/Sistemler/Lighting-Automation/35)
- [7] WIKIPEDIA: *LonWorks* [online]. [cit. 2017-01-6]. Dostupné na URL: [<https://cs.wikipedia.org/wiki/LonWorks>](https://cs.wikipedia.org/wiki/LonWorks)
- [8] POLARSOFT: *LonWorks to BACnet* [online]. [cit. 2017-01-6]. Dostupné na URL: [<http://www.polarsoft.biz/lonwrk.html>](http://www.polarsoft.biz/lonwrk.html)
- [9] LANGARD: *Ovládací prvky* [online]. [cit. 2017-01-6]. Dostupné na URL: [<http://www.langard.cz/crestron/ovladaci-prvky/news/1520>](http://www.langard.cz/crestron/ovladaci-prvky/news/1520)
- [10] B&R AUTOMATION: *Perfection in automation*. [online]. 2017[cit. 2017-01-6]. Dostupné na URL: [<http://www.br-automation.com/cs/perfection-in-automation/>](http://www.br-automation.com/cs/perfection-in-automation/)

- [11] B&R AUTOMATION: *Panelware User's manual* [online]. [cit. 2017-01-6]. Dostupné na URL: http://www.br-automation.com/downloads_br_productcatalogue/BRP44400000000000000433012/MAPP300_400-ENG%20V2_42.pdf
- [12] B&R AUTOMATION: *X20 System User's manual* [online]. [cit. 2017-01-6]. Dostupné na URL: http://www.br-automation.com/downloads_br_productcatalogue/BRP44400000000000000420743/X20%20System-ENG.pdf
- [15] TEXAS INSTRUMENTS: *LM35DZ sensor Datasheet* [online]. [cit. 2017-01-6]. Dostupné na URL: <https://www.gme.cz/data/attachments/dsh.313-909.1.pdf>
- [17] NOVÁK, Petr. *Mobilní roboty: pohony, senzory, řízení*. Praha: BEN - technická literatura, 2005. ISBN 8073001411.
- [18] HXT500: *Micro servo motor*. [online]. 2017[cit. 2017-01-6]. Dostupné na URL: <http://www.rapidrcmodels.com/hxt500-5g--8kg--10sec-micro-servo-1016-p.asp>
- [19] LOXONE: *Miniserver extension*. [online]. 2017[cit. 2017-01-6]. Dostupné na URL: <https://www.loxone.com/cscz/produkty/miniserver-extension/>
- [20] LOXONE: *Loxone technologies*. [online]. 2017[cit. 2017-01-6]. Dostupné na URL: <https://www.loxone.com/cscz/produkty/technologie/>
- [21] EBLCD: *How to wire your stepper*. [online]. 2017[cit. 2017-01-6]. Dostupné na URL: <https://eblcd.com/?p=253/>
- [22] MEAN WELL: *PS 65 15 datasheet*. [online]. 2017[cit. 2017-01-6]. Dostupné na URL: <https://www.gme.cz/data/attachments/dsh.751-366.1.pdf>
- [23] SODIAL: *PWM DC Motor Controller*. [online]. 2017[cit. 2017-01-6]. Dostupné na URL: <https://www.amazon.co.uk/6V-90V-Pulse-Width-Controller-Switch/dp/B00CWSO2I/>

- [24] ELECTRIC EASY: *How does a servo motor work*. [online]. 2017[cit. 2017-01-6]. Dostupné na URL: <<http://www.electriceasy.com/2015/01/how-does-servo-motor-work.html>>
- [25] INTERSIL: *ICM755 datasheet*. [online]. 2017[cit. 2017-01-6]. Dostupné na URL: <<https://www.gme.cz/data/attachments/dsh.927-012.1.pdf>>

Seznam použitých zkratek

°C	stupeň Celzia, jednotka teploty
Ω	ohm, základní jednotka elektrického odporu v soustavě SI
A	ampér, základná jednotka proudu v soustavě SI
ABB	ASEA Brown Boveri
AC	alternating current, střídavý proud
AI	analog input
AO	analog output
B&R	Bernecker and Rainer
CAN	Controller Area Network
DC	direct current, stejnosměrný proud
DI	digital input
DO	digital output
ET	elapsed time, součást funkčního bloku TON
g	gram, tisícina kg ze soustavy SI
GSM	Global System for Mobile Communications, standard mobilních komunikací
Hz	Hertz, jednotka frekvence s soustavě SI
I/O	Input/Output
INT	Integer
LCD	Liquid Crystal Display, displej s tekutými krystaly
LED	Light-Emitting Diode, dioda emitující světlo
mm	milimeter
ms	milisekunda
PI	Passive Infrared
PLC	programmable logic controller
PP481	Power Panel 481
PWM	pulse width modulation
SDRAM	Synchronous Dynamic Random Access Memory
SM	Stepper module
SRAM	Static Random Access Memory
VGA	Video Graphics Array
TFT	Thin-film transistor
TON	Timer on delay
V	volt, základní jednotka napětí v soustavě SI
W	watt, jednotka výkonu v soustavě SI
X2X	X to X link

Seznam příloh

Příloha 1: Schematické zapojení a návrh DPS pro ovládání micro serv

Příloha 2: Fotografie domu

Příloha 3: CD obsahující – bakalářskou práci v elektronické podobě

- projekt v Automation studio

- fotografie domu